

# 薄薄的一片，幾乎忘了它的存在

## —— 葉脈標本製作

初小組應用科學科第三名

台北縣沙崙國民小學

作　　者：蔡政育、連芳瑩

指導教師：余俊樸、楊靜暖

### 一、研究動機

以前上美勞課，好像就是貼貼畫畫的，沒有什麼變化。那天上美勞課，看見老師把一張張葉子變成一片片網路分明的葉脈時，全班都覺得好興奮！於是大家拿著葉脈爭妍比美，更有人拿去護貝，做成卡片呢！老師見我們興緻正高，便請我和小雞，呂子等12人來做實驗，研究葉脈的製作，並作為科展的材料。

### 二、研究目的

- (一)葉脈的製作有何用處？
- (二)枯萎的老葉和嫩葉在製作上有何差別？
- (三)什麼東西可化去葉肉，它們之間有何差別？
- (四)葉肉化去的快慢和什麼原因有關呢？
- (五)除了網狀葉脈外，平行葉脈是否可製成葉脈標本呢？
- (六)校園中，哪種植物葉子最適合作標本呢？

### 三、研究設備

(一)電磁爐 (二)彩色鍋 (三)燒杯量筒 (四)試管 (五)滴管 (六)漏斗 (七)竹籜 (八)  
瓷盤 (九)牙刷 (十)舊報紙 (十一)馬錶 (十二)溫度計 (十三)鹽酸 (十四)檸檬酸 (十五)醋酸 (十六)  
氨水 (十七)天平 (十八)廣用試紙 (十九)試管刷 (二十)濾紙 (二十一)研鉢 (二十二)口罩 (二十三)丙酮 (二十四)  
照相器材 (二十五)石蕊試紙 (二十六)氫氧化鈉 (二十七)小蘇打 (二十八)各式清潔用品

### 四、研究過程

(一)1月23日 星期一 天氣：陰

1.概念解釋：

(1)酸鹼指示紙：

- ①藍色石蕊試紙，若變為紅色，此水溶液即為酸性。
- ②紅色石蕊試紙，若變為藍色，此水溶液即為鹼性。
- ③廣用試紙，盒上標有1~11種顏色，試紙本身為黃色，測試時可比照盒上標示判定pH值。

(2)酸：

用藍色石蕊試紙測試，會使試紙轉為紅色的水溶液。其pH值略為pH1~pH6。嚴格說來，應該是pH值未滿7。

(3)鹼：

用紅色石蕊試紙測試，會使試紙轉為藍色的水溶液。其pH值略為pH8~pH14。嚴格說來，應該是pH值超過7。

(4)中性：

用紅、藍石蕊試紙測試，試紙皆不變色的水溶液。其pH值約為7。廣用試紙為深藍色。

(5)控制變因：

控制使它固定不變的條件。例如要測咪咪廣和蔡育誰跑得較快，就須固定在同一操場跑。否則一在水中跑，一在陸上跑，就不行了。

(6)操縱變因：

用人力使它改變的條件。例如要測呂子穿衣服跳遠穿一件跳幾公尺，穿十件跳幾公尺。這衣服的件數是人力刻意改變的，就叫操縱變因。

(7)應變變因：

因為操縱變因條件改變所得之結果。例如呂子穿運動服跳4公尺遠，穿制服跳3公尺遠。因服裝不同而所跳距離也不同，這距離便是應變變因了。

2. 實際體驗：

在老師說明了上述的概念後，便給我們一人一盒試紙，要我回家後試試各種溶液的性質，並加以記錄。以下就是我們12個人的記錄統整。

(二)1月24日 星期二 天氣：陰

1.問題討論：

我們有二位同學測試自己的尿液，結果蔡育測的是酸性，而呂測的是鹼性，為什麼呢？

表一

種類	檸檬原汁			百家珍 陳年酒			橘子原汁			蕃茄原汁			麥斯 威爾 咖啡			高山茶			味全 果汁 奶粉			水晶 洗衣 肥皂			白蘭 濃縮 洗衣粉			尿液		
試紙	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用	紅 石蕊	藍 石蕊	廣 用
顏色	紅	紅	紅	紅	紅	紅	紅	紅	紅	紅	紅	黃	紅	藍	綠	紅	紅	黃	藍	藍	藍	藍	藍	藍	藍	紅	紅	黃		
判定	酸			酸			酸			酸			中			酸			鹼			鹼			酸					
備註	1. 檸檬汁直接把檸檬壓汁取20c.c.測試。 2. 醋為陳年醋20c.c.。 3. 橘子汁亦是直接壓汁取20c.c.。 4. 蕃茄汁亦是直接壓汁取20c.c.。 5. 咖啡取10克加300c.c.的水配製而成。(咖啡太濃時試紙上全是咖啡的顏色看不出酸鹼) 6. 高山茶取10克加100c.c.之熱水泡2分鐘。 7. 果汁奶粉取10克加100c.c.之熱水配製而成。 8. 水晶肥皂取10克加100°C之熱水100c.c.配製而成。 9. 洗衣粉取10克加100c.c.水而成。																													

原來尿液中有尿素和尿酸，所以剛開始尿是酸的。而時間一久，老師說，尿素便和空氣中的水蒸氣結合變成了阿摩尼亞，所以就成鹼性了。

## 2. 問題討論：

在測驗茶葉的酸鹼時，用三種指示紙測出來的性質皆是中性，這和老師給的資料不同，為什麼呢？

資料中說茶是弱酸性，但我們測了好幾次皆顯示為中性，這可能有二種原因。一是資料錯誤；二是這三種試紙不夠準確，使我們無法得到正確的訊息。

## (三) 1月26日 星期四 天氣：陰 實驗一

### 1. 實驗設計：

- (1) 在彩色鍋中倒入適當水量。
- (2) 把洗衣粉若干克倒入鍋中攪拌至溶解。
- (3) 丟入葉片加熱，至葉肉溶解。
- (4) 取出葉片至盤中盛水清洗。
- (5) 用牙刷小心刷去葉肉。
- (6) 壓乾葉脈，製成標本。

### 2. 問題討論：我們將實驗中所見問題，提出討論。

- (1) 肥皂泡移動方向為何由中間向旁邊散開呢？

因為水受熱膨脹變輕，所以浮起來向上跑。而未受熱的水較重，往水面下跑。泡泡被水帶著走，所以才從中間往旁邊散開。而我們在鍋子中間開始加熱，所以這地方最熱啊！

(2)小雞妹妹問：為什麼葉子在肥皂水中加熱後，肥皂水從透明變成綠色呢？

因為葉片含葉綠素，所以當葉肉融化時，葉綠素也溶於水了。葉綠素就如一個工廠，可以製造葉子要的養分和造出氧氣。葉綠素的能量是日光，材料是二氧化碳，它製造氧氣、養分的過程，叫「光合作用」。

(3)老師問：為什麼有的葉子久煮不爛，而有的一煮就爛呢？

我們討論後，分別寫在黑板上。我們認為因為：

- ①葉肉厚或薄有關。      ②葉子老或嫩有關。
- ③葉子種類不同。      ④葉子大小不同。

(四)1月28日 星期六 天氣：雨 實驗二

老葉和新葉在製作過程中，有什麼不同呢？

### 1. 實驗設計：

- (1)分別用量筒量1公升的水和天平量10公克的洗衣粉。
- (2)把洗衣粉倒入1公升的水中攪拌至溶解。
- (3)分實驗組和對照組把老葉和新葉各六片分別放入實驗。
- (4)葉子為羊蹄甲葉。

### 2. 實驗結果：

表 二

圖 形		
時 間	(1)7分30秒水開始沸騰，放入老葉 (2)加熱5分鐘後，取出一老葉刷刷看 (3)加熱7分鐘後，取出全部	(1)7分30秒水開始沸騰，放入新葉 (2)加熱5分鐘後，取出
特 徵	(1)溶液為黃色 (2)不易刷去葉肉 (3)煮得愈久愈易刷取〔在一定時間內〕 (4)葉脈不易斷裂 (5)葉脈為黃棕色	(1)溶液為綠色 (2)易刷去葉肉 (3)葉脈易斷裂 (4)葉脈為青綠色

### 3. 結論(一)：

- (1)因學校有許多株羊蹄甲樹，所以以羊蹄甲葉為實驗材料。
- (2)原本透明之洗衣粉溶液，當煮沸時，放老葉枯萎羊蹄甲盆的液體為黃褐色；另一盆放新葉為青綠色。
- (3)老葉不易刷去葉肉；新葉則易刷去。
- (4)老葉脈不易斷裂；新葉脈則易斷裂。
- (5)老葉脈呈黃棕色；新葉脈呈青綠色。
- (6)加熱5分鐘的老葉仍不易刷去葉肉；加熱7分鐘則易於刷去。故煮得越久葉肉越易刷去。

#### 4. 樣品：

以照片呈現，故略去。

#### (五)2月8日 星期三 天氣：雨 實驗三

問題：我們除了洗衣粉外，還有什麼可溶解葉肉呢？

##### 1. 實驗設計：

- (1)把各種在市面上，家中可找到的清潔劑取出20c.c.或20克，和一公升的水用玻棒攪勻並加熱。
- (2)把已枯之羊蹄甲葉依序丟入煮沸。
- (3)嘗試製作葉脈標本。

##### 2. 實驗結果：

表 三

種類	份量	水量 (ml)	時間	結果	
				可	否
白蘭洗潔精	20c.c.	1000	16分22秒	✓	
白雪沐浴乳	20c.c.	1000	15分19秒	✓	
魔術靈	20c.c.	1000	12分5秒	✓	
白蘭濃縮洗粉	20g	1000	13分55秒	✓	
愛地潔	20c.c.	1000	16分43秒	✓	
花王洗髮精	20c.c.	1000	11分42秒	✓	
白蘭香皂	20g	1000	14分49秒	✓	
洗衣肥皂	20g	1000	16分53秒	✓	
象頭肥皂絲	20g	1000	11分58秒	✓	
潔霜-S	20c.c.	1000	12分14秒	✓	

### 3. 結論(二)：

- (1) 以上這10種洗潔用品皆可溶解葉肉。
- (2) 皂絲、洗髮精和魔術靈，潔霜-S最易溶解葉肉。
- (3) 各類洗潔用品在加熱時有味道溢出，對身體並不好。最好戴上口罩，再行實驗。

(六) 2月9日 星期四 天氣：雨 實驗四

從洗衣粉到潔霜-S共11種材料中，它們可溶解葉肉的共通點為何？你如何證明？

#### 1. 實驗設計：

- (1) 將各類洗潔用品倒入燒杯，並用各種試紙測其性質，再將結果紀錄如下。

#### 2. 實驗結果：

如下圖。

表 四

種類	份量	水量(ml)	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	廣用試紙	判定
白蘭洗潔精	20g	1000	藍	藍	藍pH9	鹼
白藍洗潔精	20c.c.	1000	紅	藍	綠pH6	酸
白雪沐浴乳	20c.c.	1000	紅	藍	綠pH7	中性
魔術靈	20c.c.	1000	藍	藍	藍pH9	鹼
白蘭濃縮洗衣粉	20g	1000	紅	藍	藍pH10	鹼
愛地潔	20c.c.	1000	藍	藍	藍pH9	鹼
花王洗髮精	20c.c.	1000	紅	紅	橙pH3	酸
白蘭香皂	20g	1000	紅	紫	綠pH6	酸
水晶肥皂	20g	1000	紫	藍	綠pH8	鹼
象頭肥皂絲	20g	1000	紫	藍	綠pH8	鹼
潔霜-S	20c.c.	1000	紅	紅	紅pH2	酸

### 3. 結論(三)：

- (1) 此類清潔用品有的是酸性，有的是鹼性。但皆可溶解葉肉。
- (2) 有些清潔用品是弱酸或弱鹼，試紙不易測出，易生誤差。

(七) 2月10日 星期五 天氣：晴 實驗五

是不是所有的酸、鹼皆可溶解葉肉呢？

### 1. 實驗設計：

- (1) 將老師調配好的液體依序裝入試管中，用試紙測其酸鹼，再將燒杯裝 1000c.c.的水於其中。
- (2) 用滴管吸取溶液，並滴20滴於燒杯中。
- (3) 把混合液倒入彩色鍋中加熱，放入羊蹄甲葉。
- (4) 5~10分鐘後，取出葉片用水清洗，再用牙刷刷去葉肉。

### 2. 實驗結果：

如下圖。

表 五

名稱	濃度	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	廣用試紙	性質	份量	水量	加熱時間	可	否
醋酸	10%	紅	紅	紅pH2	酸	20滴	1000c.c.	10分	✓	
檸檬酸	10%	紅	紅	紅pH1	酸	20滴	1000c.c.	10分	✓	
鹽酸	10%	紅	紅	紅pH1	酸	20滴	1000c.c.	10分	✓	
小蘇打水	10%	藍	藍	綠pH9	鹼	20滴	1000c.c.	10分	✓	
氨水	10%	藍	藍	綠pH8	鹼	20滴	1000c.c.	10分	✓	
氫氧化鈉水溶液	10%	藍	藍	藍pH11	鹼	20滴	1000c.c.	10分	✓	

### 3. 結論(四)：

- (1) 酸鹼皆可溶解葉肉，唯鹼性更易。
- (2) 紅色石蕊試紙和廣用試紙未碰氨水即呈藍色。是因氨水易蒸發為氨水蒸氣之故。
- (3) 羊蹄甲放入醋酸、鹽酸、檸檬酸中呈棕褐色，液體為綠色。
- (4) 羊蹄甲放入小蘇打水、氨水、氫氧化鈉水溶液中，羊蹄甲葉脈綠色，液體成黃褐色。

(八)2月11日 星期六 天氣：晴 實驗六

是不是增加液體濃度，葉肉較易分解呢？

### 1. 實驗設計：

- (1) 將10%的氫氧化鈉溶液依序加入500c.c.水中，並放入羊蹄甲葉。
- (2) 加熱，每隔30秒測其是否溶解。

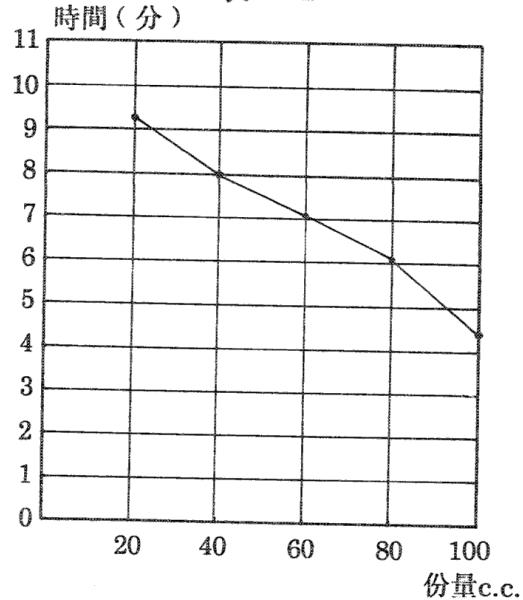
### 2. 實驗結果：

如下圖。

表 六

名稱	份量c.c.	水量c.c.	葉肉開始溶解時間	名次
氯 氫 化 鈉 水 溶 液 10 %	20	500	9分25秒	5
	40	500	8分0秒	4
	60	500	7分7秒	3
	80	500	6分7秒	2
	100	500	4分42秒	1

表 七



## 3. 結論(五)：

- (1)濃度愈大，溶解愈快。
- (2)時間和濃度如表七，大略成反比。
- (3)在今天的實驗，老師教我們調配濃度。是固體的重量百分率濃度。

(九)2月12日 星期日 天氣：晴 實驗七

除了濃度，是否有其它原因影響葉肉化去的速度。

## 1. 實驗設計：

- (1)將10%氯氧化鈉溶液500ml倒入鍋中。
- (2)放入羊蹄甲葉，加熱，並控制一定溫度下。
- (3)用馬錶測量葉肉溶去時間。並反覆(1)(2)步驟，不加蓋子，測量葉肉溶去時間。

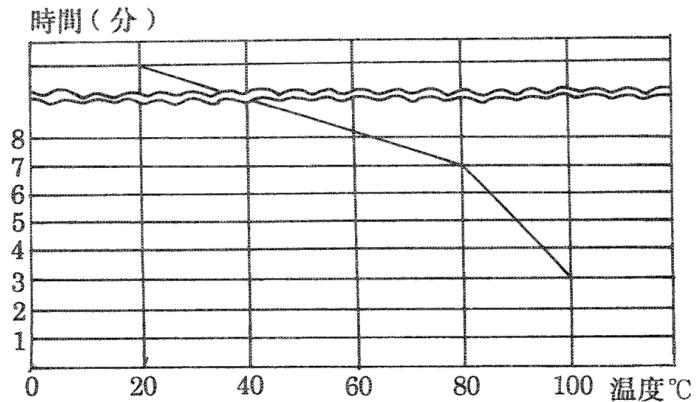
## 2. 實驗結果：

如下圖。

表八(加蓋)

名稱	濃度	溫 度	葉肉溶解時間	名次
氯氧化鈉 10%之水溶液 500 ml	21°C室溫	'18小時	4	
	60°C	8分11秒	3	
	80°C	7分2秒	2	
	100°C	3分	1	

表九(加蓋)



表十(未加蓋)

名稱	濃度	溫度	葉肉溶解時間	名次
氯氧化鈉 10%之水溶液 500 ml	60°C	16分22秒	3	
	80°C	14分42秒	2	
	100°C	11分49秒	1	

### 3. 結論(六)：

- (1)濃度不變，水溫愈高葉肉越易化去。
- (2)溫度和時間關係，大略成反比。
- (3)葉內溶解速度和壓力似成正比。但無法控制壓力作進一步測驗，可惜！

(+)2月13日 星期一 天氣：晴 實驗八

竹葉是否也可做呢？

### 1. 實驗設計：

- (1)老師帶領我們在校園中摘各式葉子，並說明植物特徵和名稱。
- (2)我們發現葉子可分三種：
  - ①網狀葉脈：如羊蹄甲、九重葛等。
  - ②平行葉脈：如竹葉、椰葉。
  - ③針狀葉：如黑松、龍柏。

(3)將各式葉子丟入鍋中煮沸，並嘗試刷去葉肉。

### 2. 實驗結果：

如下圖，表十一。

表十一

名稱	溶液	濃液	可	否
竹葉	氫氧化鈉水溶液			✓
黑松	500ml	10%		✓
龍柏				✓

3. 結論(七)：

- (1)竹葉的葉脈和葉肉連接，故一刷去葉肉葉脈則會破裂。
- (2)黑松和龍柏的針狀葉不能做葉脈標本，因我們無法刷去葉肉。

(+)2月14日 星期二 天氣：雨 實驗九

除了羊蹄甲葉外，何種葉子適合做葉脈標本？

1. 實驗設計：

- (1)在鍋中盛入10%之氫氧化鈉溶液共500ml。(溶解麵包葉時，曾一度提高濃度至20%)。
- (2)將葉子分類分項放入鍋中煮沸。
- (3)刷取葉子，加以比較。

2. 實驗結果：

因以照片呈現，故省略。

3. 結論(八)：

- (1)羊蹄甲、玉蘭花、玫瑰等植物的葉脈較易刷。其特徵為：葉肉薄、葉片稍硬、葉脈網路分明。
- (2)麵包樹、欖仁樹、楓樹、變葉木、杜鵑等植物葉脈較難刷取。其特徵為葉肉極厚或極薄，以致葉脈久煮不爛或無法承受溶液腐蝕而先爛去。
- (3)麒麟花之葉脈與葉肉緊密相連，故刷去葉肉時，連葉脈也一同刷去，只剩下一層薄膜。

## 五、問題討論

(一)針對結論(一)所得之結果而言，為什麼老葉的葉脈不易斷裂，而且須要較長的時間呢？

經討論後，其原因可能為下列二者：

- 1.老葉的葉肉較嫩葉厚，所以葉脈不易斷裂腐爛。
- 2.老葉因水份和養份都喪失，造成導管篩管收縮使葉脈不易斷裂。

(二)根據結論(四)的第三、四點而言，為什麼綠葉放入酸性溶液中會變成棕褐色；而放入鹼性時，綠葉卻維持原來的綠色呢？

為了研究這問題，我們花了一上午時間，假設了三個想法。

- 1.是否在酸液中葉綠素被析出；而在鹼液中，改由葉黃素被析出呢？
- 2.是否在酸液中的某一成份吸收了葉子的水份，而使得葉子喪失水份成為枯枝呢？
- 3.是否酸液和鹼液各破壞了葉子原有的內部結構，而產生了反應呢？

針對假設(1)我們做了以下實驗：

- 1.將嫩、老、枯三類羊蹄甲放入研鉢研磨。
- 2.加入少許丙酮溶解。
- 3.以滴管吸取液體滴於濾紙中央。
- 4.以滴管吸取丙酮漸次滴在上述濾紙中央作色層分析。
- 5.把上述三類羊蹄甲放入酸和鹼中煮沸取其溶液。
- 6.重覆3~4步驟之比較。

結果：色層分析圖如下，幾乎相同。故假設(1)並不成立。

色層分析圖因以照片呈現，故省略。

針對假設(2)我們做了以下實驗：

- 1.把嫩綠羊蹄甲放入10%之醋酸中煮沸。
- 2.把枯黃羊蹄甲放入10%之醋酸中煮沸。
- 3.把嫩綠羊蹄甲放入10%之氫氧化鈉中煮沸。
- 4.把枯黃羊蹄甲放入10%之氫氧化鈉中煮沸。
- 5.比較結果。

結果：除了步驟③之羊蹄甲葉脈為綠色外，其它三類皆呈黃褐色。

我們認為，可能是酸性溶液中的某一成份吸收了原本綠葉中的水份，而使葉子喪失水份枯萎。我們曾試著將枯葉亦放入酸中，但顏色依舊。我們亦認為，鹼性溶液放入葉子而維持原色，並非絕對。因為在二月十四日的實驗中，為了腐蝕欖仁樹的葉肉，把鹼性的氫氧化鈉的濃度提高為20%，結果使得欖仁樹的葉肉變為黑褐色。故假設(2)亦有可能成立。

針對假設(3)而言，如果當真如此，以我們小學生的能力並不是我們能設計實驗證明出來的了。

## 六、結論

(一)在做葉脈標本時，老葉較嫩葉費時，且枯葉之葉脈呈黃褐色；新葉之葉脈呈

青綠色。各有千秋！

- (二)市面上之清潔用品大都是酸性或鹼性，皆可溶解葉肉。惟須注意安全，避免小孩、嬰兒誤食。
- (三)酸鹼都可腐蝕葉肉，在實驗時不可跑跳、吃東西。若不小心碰觸藥品，要迅速沖水並告訴老師。
- (四)廣用試紙較易測出酸、鹼之強弱。
- (五)鹼性水溶液比酸易溶解葉肉。
- (六)氨水有刺激味道，故廣用試紙和石蕊試紙未觸氨水即已變色。
- (七)濃度、水溫越高，葉肉越易化去；葉肉溶解快慢和壓力亦有關聯。
- (八)平行葉脈因易爛去，且和葉肉連接，故一刷葉肉，葉脈即破。
- (九)羊蹄甲、玫瑰等植物的葉脈較易刷。其特徵為：葉肉薄，葉脈稍硬，葉脈網路分明。  
麵包葉、欖仁樹、楓樹、變葉木、杜鵑等植物的葉脈較難刷取。特徵在於葉肉極厚或極薄，以致葉肉久煮不爛或葉脈承受不住溶液之腐蝕先行爛去。
- (十)廣用試紙測試酸鹼誤差頗大，因其顏色不易區分。而且老師說：「pH值比7大是鹼性，比7小是酸性的概念只有在25°C時才準確。」所以用pH值測酸鹼亦有了誤差。
- (十一)我們曾於2月8日下午二點30分，在老師帶領下，把麵包葉片分別丟入土坑和水溝之中。十日後，水溝裡的麵包葉開始腐爛，葉脈隱約可見。此時，土坑中的葉片仍無動於衷。昨天（3月6日），我們扒開泥土，土坑內之葉子仍無顯著變化。
- (十二)水溝的水用紙測試為弱酸性，它之所以能溶解葉肉之理由和結論(五)相同。然，第十一項結論之補充實驗仍在校內持續觀察中，所以其詳細結論（埋入土中和丟入溝中的葉片可否自然分解？）則無法在本資料文件前作出，實在可惜。但我們仍會分組觀察下去，直到結論出來為止。

## 七、參考資料

- (一)國民小學自然科學（5~12冊） 國立編譯館
- (二)自然生態實驗室（6、8集） 護幼社
- (三)植物世界（上下冊） 幼獅文化事業公司

## 評語

利用實驗步驟灌輸學生控制變因、操縱變因、應變變因是本作品的特色，由

問題發現、設計實驗、結果整理與獲得結論，充分提供了參與研究十二位同學發揮的空間，是本作品執行成功之處。而結合物理、化學、生物基本知識，延伸至美勞作品的製作，是本作品得以脫穎而出之另一主要原因。